

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-201595

(43)Date of publication of application : 27.07.2001

(51)Int.Cl.

G21F 5/008

G21C 19/06

G21F 5/012

G21F 5/002

G21F 5/005

G21F 9/36

(21)Application number : 2000-012284

(71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 20.01.2000

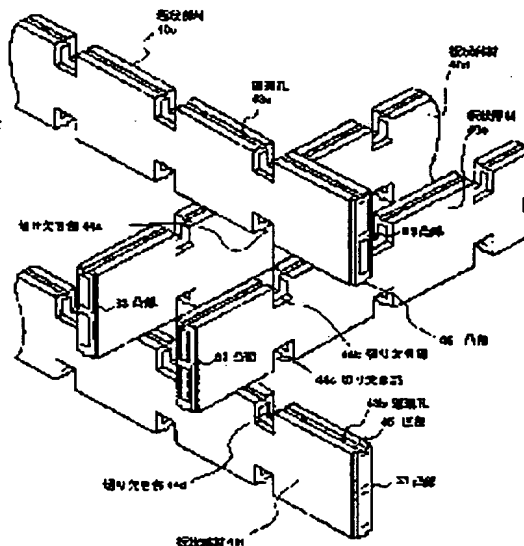
(72)Inventor : TAMAOKI HIRONORI

## (54) BASKET AND CASK

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent the damage of a basket in the insertion of a nuclear fuel assembly, surely prevent the positional slippage between plate members in the constitution of the basket by assembling the plate members in a grating shape, and enhance the strength of the basket and also the heat conductive property to the outside.

**SOLUTION:** Plate members 40c-40f comprises a plurality of cutout parts 44a-44d to be mutually orthogonally engaged on both long edge-side end surfaces and protruding parts 33 on the longitudinal centers on both short edge-side end surfaces, respectively. The plate members 40c-40f having longitudinal through-holes extending through both the sort edge-side end surfaces are successively orthogonally combined to each other, and a heat exchanger plate is fitted between the adjacent protruding parts 33 to form a grating cell for housing a nuclear fuel assembly.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

07.06.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3150676

[Date of registration]

19.01.2001

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-201595

(P2001-201595A)

(43) 公開日 平成13年7月27日 (2001.7.27)

(51) Int. Cl.	識別記号	F I	テ-マコ-ト* (参考)
G 2 1 F	5/008	G 2 1 F 9/36	5 0 1 J
G 2 1 C	19/06	5/00	F
G 2 1 F	5/012	G 2 1 C 19/06	U
	5/002	G 2 1 F 5/00	J
	5/005		W

審査請求 有 請求項の数15 O L (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-12284(P2000-12284)

(22) 出願日 平成12年1月20日 (2000.1.20)

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 玉置 廣紀

神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1号 三

菱重工業株式会社神戸造船所内

(74) 代理人 100089118

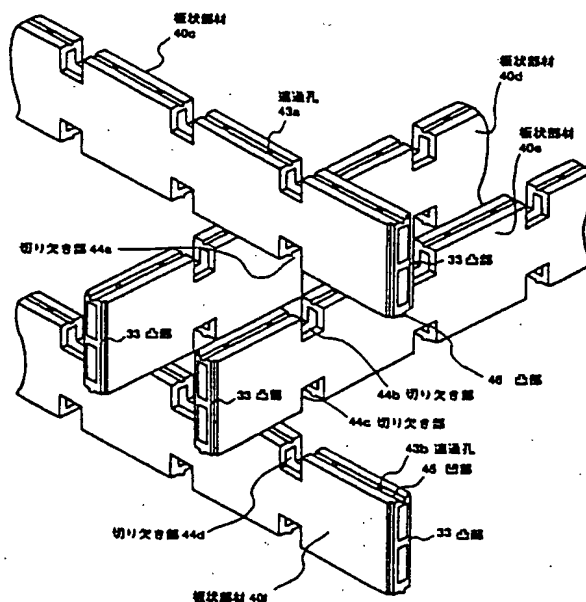
弁理士 酒井 宏明 (外1名)

(54) 【発明の名称】 バスケットおよびキャスク

(57) 【要約】

【課題】 核燃料集合体挿入時におけるバスケットの損傷をなくし、板状部材を格子状に組み立ててバスケットを構成する場合、各板状部材間の位置ずれを確実になくし、バスケットの強度を増大するとともに、外部への熱伝導性を高めること。

【解決手段】 板状部材40c~40fの両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部44a~44dを設け、かつ両短辺端面の中央部長手方向に凸部33を設け、両短辺端面を貫通する長手方向の貫通孔を有した板状部材40c~40fを順次互いに直交して組み合わせるとともに、隣接する凸部33間に伝熱板を外嵌して核燃料集合体を収納する格子状セルを形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 外周に中性子遮蔽体を有し、かつ丫線の遮蔽を行う胴本体のキャビティ内に板状部材を用いて核燃料集合体の収納を行うバスケットにおいて、前記板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、かつ両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設け、当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせるとともに、隣接する前記凸部間に伝熱板を外嵌して前記核燃料集合体を収納する格子状セルを形成したことを特徴とするバスケット。

【請求項2】 外周に中性子遮蔽体を有し、かつ丫線の遮蔽を行う胴本体のキャビティ内に板状部材を用いて核燃料集合体の収納を行うバスケットにおいて、前記板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、かつ両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設けるとともに、前記板状部材の両短辺端面を貫通する長手方向の貫通孔を有した当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせ、隣接する前記凸部間に伝熱板を外嵌して前記核燃料集合体を収納する格子状セルを形成したことを特徴とするバスケット。

【請求項3】 外周に中性子遮蔽体を有し、かつ丫線の遮蔽を行う胴本体のキャビティ内に板状部材を用いて核燃料集合体の収納を行うバスケットにおいて、前記板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、該板状部材の一長辺端面の切り欠き部以外の部分に凸部を形成し、他長辺端面の切り欠き部以外の部分に前記凸部に対応して嵌合する凹部を形成し、前記板状部材の両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設けるとともに、該両短辺端面を貫通する長手方向の貫通孔を有した当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせ、隣接する前記両短辺端面の凸部間に伝熱板を外嵌して前記核燃料集合体を収納する格子状セルを形成したことを特徴とするバスケット。

【請求項4】 前記板状部材の両長辺端面のエッジを面取形状にしたことを特徴とする請求項1～3のいずれか一つに記載のバスケット。

【請求項5】 前記板状部材の貫通孔は、断面がほぼ矩形の形状であって、少なくとも複数設けたことを特徴とする請求項2～4のいずれか一つに記載のバスケット。

【請求項6】 前記板状部材の両長辺端面の凹部および凸部は、長辺端面上の部分的な凹部および凸部であることを特徴とする請求項3～5のいずれか一つに記載のバスケット。

【請求項7】 前記板状部材は、A1またはA1合金粉末に中性子吸収性能をもつBまたはB化合物の粉末を添加したA1複合材またはA1合金によって構成されることを特徴とする請求項1～6のいずれか一つに記載のバ

スケット。

【請求項8】 板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、かつ両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設け、当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせるとともに、隣接する前記凸部間に伝熱板を外嵌して核燃料集合体を収納する格子状セルを形成したバスケットと、前記バスケットを内部に収納し、外周に中性子遮蔽体を有し、かつ丫線の遮蔽を行う胴本体と、

10 前記核燃料集合体を前記格子状セルに出し入れするために前記胴本体の開口部に設けられた着脱可能な蓋部と、を備えたことを特徴とするキャスク。

【請求項9】 板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、かつ両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設けるとともに、前記板状部材の両短辺端面を貫通する長手方向の貫通孔を有した当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせ、隣接する前記凸部間に伝熱板を外嵌して核燃料集合体を収納する格子状セルを形成したバスケットと、

20 前記バスケットを内部に収納し、外周に中性子遮蔽体を有し、かつ丫線の遮蔽を行う胴本体と、前記核燃料集合体を前記格子状セルに出し入れするために前記胴本体の開口部に設けられた着脱可能な蓋部と、を備えたことを特徴とするキャスク。

【請求項10】 板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、該板状部材の一長辺端面の切り欠き部以外の部分に凸部を形成し、他長辺端面の切り欠き部以外の部分に前記凸部に対応して嵌合する凹部を形成し、前記板状部材の両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設けるとともに、該両短辺端面を貫通する長手方向の貫通孔を有した当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせ、隣接する前記両短辺端面の凸部間に伝熱板を外嵌して核燃料集合体を収納する格子状セルを形成したバスケットと、

30 前記バスケットを内部に収納し、外周に中性子遮蔽体を有し、かつ丫線の遮蔽を行う胴本体と、前記核燃料集合体を前記格子状セルに出し入れするために前記胴本体の開口部に設けられた着脱可能な蓋部と、を備えたことを特徴とするキャスク。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、燃焼を終えた使用済み核燃料集合体を收容、輸送、貯蔵するキャスクを構成するバスケット組立用板状部材、これを用いたバスケットおよびこれを用いたキャスクに関し、特に、加圧水型原子力発電(PWR: pressurized water reactor)用のバスケット組立用板状部材、バスケットおよびキャスクに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】核燃料サイクルの終期にあって燃焼を終え使用できなくなった核燃料集合体を、使用済み核燃料という。使用済み核燃料は、FPなど高放射能物質を含むので熱的に冷却する必要があるから、原子力発電所の冷却ピットで所定期間、冷却される。その後、遮蔽容器であるキャスクに収納され、トラックや船舶等で再処理施設に搬送、貯蔵される。使用済み核燃料集合体をキャスク内に収容するにあたっては、バスケットと称する格子状断面を有する保持要素を用いる。この使用済み核燃料集合体は、バスケットに形成した複数の収納空間であるセルに1体ずつ挿入され、これによって、輸送中の振動などに対する適切な保持力を確保している。

【0003】このようなキャスクの従来例としては、「原子力eye」（平成10年4月1日発行：日刊工業出版プロダクション）や特開昭62-242725号公報などにて様々な種類のものが開示されている。なお、軽水型原子力発電には、沸騰水型原子力発電（BWR：boiling water reactor）と、加圧水型原子力発電（PWR：pressurized water reactor）とがある。

【0004】図10は、キャスクの一例を示す斜視図である。図11は、図10に示したキャスクの軸方向断面図である。キャスク100は、筒形状の胴本体101と、胴本体101の外周に設けた中性子遮蔽体であるレジン102と、その外筒103、底部104および蓋部105から構成されている。胴本体101および底部104は、γ線遮蔽体である炭素鋼製の鍛造品である。また、蓋部105は、ステンレス製の一次蓋106および二次蓋107からなる。胴本体101と底部104は、突き合わせ溶接によって結合してある。一次蓋106および二次蓋107は、胴本体101に対してステンレス製のボルトによって固定されている。蓋部105と胴本体101との間には、金属製のOリングが介在し、内部の気密を保持している。

【0005】胴本体101と外筒103との間には、熱伝導を行う複数の内部フィン108が設けられている。内部フィン108は、熱伝導効率を高めるため、その材料には銅を用いる。レジン102は、この内部フィン108によって形成される空間に流動状態で注入され、熱硬化反応等で固化形成する。バスケット109は、69本の角パイプ110を図11に示すように束状に集合させた構造であり、胴本体101のキャビティ111内に拘束状態で挿入してある。

【0006】角パイプ110は、挿入した使用済み核燃料集合体が臨界に達しないように中性子吸収材（ホウ素：B）を混合したアルミニウム合金からなる。なお、キャスク本体112の両側には、キャスク100を吊り下げるためのトラニオン113が設けられている（一方のみを図示）。また、キャスク本体112の両端部には、内部に緩衝材として木材などを組み込んだ緩衝体1

14が取り付けられる（一方のみを図示）。なお、115は使用済み核燃料集合体が収容されるセルである。

【0007】ところで、軽水型原子力発電には、沸騰水型原子力発電（BWR：boiling water reactor）と、加圧水型原子力発電（PWR：pressurized water reactor）とがある。上述したキャスク100は、沸騰水型原子力発電（BWR：boiling water reactor）に用いられた使用済み核燃料集合体を収容するキャスクである。BWR用の核燃料集合体は、図12に示す構成をもつ。

【0008】図12は、PWR用のキャスクの軸方向断面図である。図12において、PWR用のキャスク200のキャビティ111内には、半径方向に延びるプレート217を交互に組み合わせて断面が矩形状のセル215を形成したバスケット209を有する。各プレート207は、BWR用の角パイプ110と同様に、中性子吸収材であるBを混合したアルミニウム合金によって構成される。ただし、各プレート217は、軸方向に延びる冷却水流路216の貫通孔、いわゆるウォーターゾーンを有し、使用済み核燃料集合体の冷却時に、各バスケット209内に水を満たし、中性子の減速を行い、プレート217およびレジン102による中性子吸収を効率的に行うようにしている。なお、各バスケット209内およびこの冷却水流路216に満たされた水は、所定の冷却期間経過後、水抜きが行われ、乾燥される。

【0009】冷却水流路216を設けたのは、PWR用の核燃料集合体のウラン濃縮度が、BWR用の核燃料集合体に比して高いこと、およびPWR用の核燃料集合体のウラン装荷量も多く、核燃料集合体の断面積も大きい。ため、核燃料集合体を配列した体系の反応度が高くなるためである。ここで、図12に示す距離ddは、使用済み核燃料集合体が未臨界となることを担保する距離であり、PWR用の距離ddは、BWR用の距離に比して大きな距離を持たせる必要がある。また、各セル215の配置が格子状でなく、位置ずれをしているのは、BWRの使用済み核燃料集合体に比してその集合体断面積が大きいPWR用の使用済み核燃料集合体を効率的にキャビティ111に配置するためである。

【0010】図13は、PWR用のキャスクに用いられる他のバスケットの部分組立斜視図である。このPWR用のキャスクでは、切り欠け部302を有したH型プレートを用い、この切り欠け部302を縦横相互に組み合わせることによってバスケットを形成するものがある。この場合、流路303には、使用済み核燃料集合体の冷却時に、中性子減速材としての水が満たされる。

【0011】さらに、図14は、PWR用のキャスクに用いられる他のバスケットの他の部分組立斜視図である。図14に示すバスケットは、H型プレート401の切り欠け部402に係合によって組み立てられるが、切り欠け部402に係合のみでは、各H型プレートの上部および下部に位置するH型プレートとの位置ずれが生

じ、強度上も弱い場合、各係合部に貫通する支持棒 404 を介在させ、全ての H 型プレート 401 の位置ずれが生じないようにしている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、支持棒 404 を用いても各 H 型プレート 401 は、支持棒 404 を支点に回転することが考えられるため、各 H 型プレート間の位置ずれを確実になくすることができず、バスケットの強度を損なうとともに、使用済み核燃料集合体の挿入時にバスケットを破損させてしまうという問題点があった。

【0013】また、H 型プレートの端部は、キャビネット内壁面に接合するが、接触面積が小さいため、バスケット内の熱が外部に良好に伝導されず、温度上昇によって未臨界性を確実に担保することができないという問題点もあった。

【0014】なお、PWR 用のバスケットを構成する H 型プレートは、水を満たすための流路を形成する必要があるため、格子状に組み合わせるための切り欠き部に、ある程度の厚みを有し、この厚みによって H 型プレートの位置ずれを解消し、またある程度の強度を持たせることができるが、なお一層の高い強度が要望されているのが現実である。

【0015】この発明は上記に鑑みてなされたもので、板状部材を格子状に組み立ててバスケットを構成する場合、核燃料集合体挿入時におけるバスケットの損傷をなくし、各板状部材間の位置ずれを確実になくし、かつバスケットの強度を増大することができるとともに、バスケット外部への熱伝導率を高めることができるバスケット組立用板状部材、バスケットおよびキャスクを提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項 1 にかかるバスケットは、外周に中性子遮蔽体を有し、かつ丫線の遮蔽を行う胴本体のキャビティ内に板状部材を用いて核燃料集合体の収納を行うバスケットにおいて、前記板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、かつ両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設け、当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせるとともに、隣接する前記凸部間に伝熱板を外嵌して前記核燃料集合体を収納する格子状セルを形成したことを特徴とする。

【0017】この発明によれば、バスケットを形成する板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、かつ両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設け、当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせるとともに、隣接する前記凸部間に伝熱板を外嵌して前記核燃料集合体を収納する格子状セルを形成するようにしている。

【0018】また、請求項 2 にかかるバスケットは、外周に中性子遮蔽体を有し、かつ丫線の遮蔽を行う胴本体のキャビティ内に板状部材を用いて核燃料集合体の収納を行うバスケットにおいて、前記板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、かつ両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設けるとともに、前記板状部材の両短辺端面を貫通する長手方向の貫通孔を有した当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせ、隣接する前記凸部間に伝熱板を外嵌して前記核燃料集合体を収納する格子状セルを形成したことを特徴とする。

【0019】この発明によれば、バスケットを形成する板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、かつ両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設けるとともに、前記板状部材の両短辺端面を貫通する長手方向の貫通孔を有した当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせ、隣接する前記凸部間に伝熱板を外嵌して前記核燃料集合体を収納する格子状セルを形成するようにしている。

【0020】また、請求項 3 にかかるバスケットは、外周に中性子遮蔽体を有し、かつ丫線の遮蔽を行う胴本体のキャビティ内に板状部材を用いて核燃料集合体の収納を行うバスケットにおいて、前記板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、該板状部材の一長辺端面の切り欠き部以外の部分に凸部を形成し、他長辺端面の切り欠き部以外の部分に前記凸部に対応して嵌合する凹部を形成し、前記板状部材の両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設けるとともに、該両短辺端面を貫通する長手方向の貫通孔を有した当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせ、隣接する前記両短辺端面の凸部間に伝熱板を外嵌して前記核燃料集合体を収納する格子状セルを形成したことを特徴とする。

【0021】この発明によれば、バスケットを形成する板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、該板状部材の一長辺端面の切り欠き部以外の部分に凸部を形成し、他長辺端面の切り欠き部以外の部分に前記凸部に対応して嵌合する凹部を形成し、前記板状部材の両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設けるとともに、該両短辺端面を貫通する長手方向の貫通孔を有した当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせ、隣接する前記両短辺端面の凸部間に伝熱板を外嵌して前記核燃料集合体を収納する格子状セルを形成するようにしている。

【0022】また、請求項 4 にかかるバスケットは、上記の発明において、前記板状部材の両長辺端面のエッジを面取形状にしたことを特徴とする。

【0023】この発明によれば、バスケットを形成する板状部材の両長辺端面のエッジを面取形状にするようにしている。

【0024】また、請求項5にかかるバスケットは、上記の発明において、前記板状部材の貫通孔は、断面がほぼ矩形の形状であって、少なくとも複数設けたことを特徴とする。

【0025】この発明によれば、バスケットを形成する板状部材に断面がほぼ矩形の形状の貫通孔を少なくとも複数設けるようにしている。

【0026】また、請求項6にかかるバスケットは、上記の発明において、前記板状部材の凹部および凸部は、長辺端面上の部分的な凹部および凸部であることを特徴とする。

【0027】この発明によれば、バスケットを形成する板状部材の長辺端面上に部分的な凹部および凸部を形成し、バスケット組立後における板状部材当接面における全方向の位置ずれをなくすようにしている。

【0028】また、請求項7にかかるバスケットは、上記の発明において、前記板状部材は、A1またはA1合金粉末に中性子吸収性能をもつBまたはB化合物の粉末を添加したA1複合材またはA1合金によって構成されることを特徴とする。

【0029】この発明によれば、バスケットを形成する板状部材を、A1またはA1合金粉末に中性子吸収性能をもつBまたはB化合物の粉末を添加したA1複合材またはA1合金によって構成するようにしている。

【0030】また、請求項8にかかるキャスクは、板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、かつ両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設け、当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせるとともに、隣接する前記凸部間に伝熱板を外嵌して核燃料集合体を収納する格子状セルを形成したバスケットと、前記バスケットを内部に収納し、外周に中性子遮蔽体を有し、かつγ線の遮蔽を行う胴本体と、前記核燃料集合体を前記格子状セルに出し入れするために前記胴本体の開口部に設けられた着脱可能な蓋部と、を備えたことを特徴とする。

【0031】この発明によれば、キャスクのバスケットを形成する板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、かつ両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設け、当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせるとともに、隣接する前記凸部間に伝熱板を外嵌して核燃料集合体を収納する格子状セルを形成したバスケット構造としている。

【0032】また、請求項9にかかるキャスクは、板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、かつ両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設けるとともに、前記板状部材の両短辺端面を貫通する長手方向の貫通孔を有した当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせ、隣接する前記凸部間に伝熱板を外嵌して核燃料集合体を収納

する格子状セルを形成したバスケットと、前記バスケットを内部に収納し、外周に中性子遮蔽体を有し、かつγ線の遮蔽を行う胴本体と、前記核燃料集合体を前記格子状セルに出し入れするために前記胴本体の開口部に設けられた着脱可能な蓋部と、を備えたことを特徴とする。

【0033】この発明によれば、キャスクのバスケットを形成する板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、かつ両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設けるとともに、前記板状部材の両短辺端面を貫通する長手方向の貫通孔を有した当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせ、隣接する前記凸部間に伝熱板を外嵌して核燃料集合体を収納する格子状セルを形成したバスケット構造としている。

【0034】また、請求項10にかかるキャスクは、板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、該板状部材の一長辺端面の切り欠き部以外の部分に凸部を形成し、他長辺端面の切り欠き部以外の部分に前記凸部に対応して嵌合する凹部を形成

し、前記板状部材の両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設けるとともに、該両短辺端面を貫通する長手方向の貫通孔を有した当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせ、隣接する前記両短辺端面の凸部間に伝熱板を外嵌して核燃料集合体を収納する格子状セルを形成したバスケットと、前記バスケットを内部に収納し、外周に中性子遮蔽体を有し、かつγ線の遮蔽を行う胴本体と、前記核燃料集合体を前記格子状セルに出し入れするために前記胴本体の開口部に設けられた着脱可能な蓋部と、を備えたことを特徴とする。

【0035】この発明によれば、キャスクのバスケットを形成する板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、該板状部材の一長辺端面の切り欠き部以外の部分に凸部を形成し、他長辺端面の切り欠き部以外の部分に前記凸部に対応して嵌合する凹部を形成し、前記板状部材の両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設けるとともに、該両短辺端面を貫通する長手方向の貫通孔を有した当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせ、隣接する前記両短辺端面の凸部間に伝熱板を外嵌して核燃料集合体を収納する格子状セルを形成したバスケット構造としている。

【0036】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して、この発明にかかるバスケットの挿入方法の好適な実施の形態を詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

【0037】（実施の形態1）まず、この発明が適用されるキャスクについて説明する。図1は、この発明が適用されるキャスクの軸方向断面図である。図2は、図1に示したキャスクの径方向断面図である。キャスク1

は、胴本体 2 のキャビティ 3 内面をバスケット 30 の外周形状に合わせて機械加工したものである。キャビティ 3 内面の機械加工は、専用の加工装置によってフライス等によって加工する。バスケット 30 とキャビティ 3 の内面の一部は、伝熱板 32 を介して結合される。伝熱板 32 は A1 等の良熱伝導性の材料によって構成される。胴本体 2 および底板 4 は、 $\gamma$ 線遮蔽機能を有する炭素鋼製の鍛造品である。なお、炭素鋼の代わりにステンレス鋼を用いることもできる。胴本体 2 と底板 4 は、溶接によって結合する。また、耐圧容器としての密閉性を確保するため、一次蓋 10 と胴本体 2 との間には金属ガスケットを設けておく。

【0038】胴本体 2 と外筒 5 との間には、水を多く含有する高分子材料であって中性子遮蔽機能を有するレジン 6 が充填されている。また、胴本体 2 と外筒 5 との間には、熱伝導を行う複数の銅製の伝熱フィン 7 が溶接されており、レジン 6 は、伝熱フィン 7 によって形成される空間に流動状態で注入され、冷却固化される。なお、伝熱フィン 7 は、放熱を均一に行うため、熱量の多い部分に高い密度で設けるようにするのが好ましい。また、レジン 6 と外筒 5 との間には、数 mm の熱膨張しろ 8 が設けられる。

【0039】蓋部 9 は、一次蓋 10 と二次蓋 11 によって構成される。一次蓋 10 は、 $\gamma$ 線を遮蔽するステンレス鋼または炭素鋼からなる円盤形状である。また、二次蓋 11 も、ステンレス鋼製または炭素鋼製の円盤形状であるが、その上面には、中性子遮蔽体としてレジン 12 が封入されている。一次蓋 10 および二次蓋 11 は、ステンレス鋼製または炭素鋼製のボルト 13 によって胴本体 2 に取り付けられている。さらに、一次蓋 10 および二次蓋 11 と胴本体 2 との間には、それぞれ金属ガスケットが設けられ、内部の密封性を保持している。また、蓋部 9 の周囲には、レジン 14 を封入した補助遮蔽体 15 が設けられている。

【0040】キャスク本体 16 の両側には、キャスク 1 を吊り下げるためのトラニオン 17 が設けられている。なお、図 1 では、補助遮蔽体 15 を設けたものを示したが、キャスク 1 の搬送時には、補助遮蔽体 15 を取り外して図示しない緩衝体を取り付ける。

【0041】バスケット 30 は、使用済み核燃料集合体を収容するセル 31 を構成する板状部材 40 を縦横交互に組み合わせることによって形成されるときともに、上述したようにバスケット 30 の一部は、伝熱板 32 によって形成される。板状部材 40 には、A1 または A1 合金粉末に中性子吸収性能をもつ B または B 化合物の粉末を添加したアルミニウム複合材またはアルミニウム合金を用いる。また、中性子吸収材としては、ボロンの他にカドミウムを用いることができる。さらに、アルミニウムに限らずステンレス材等に上述した中性子吸収能をもつ B または B 化合物等を添加した部材を用いるようにして

もよい。

【0042】図 3 は、板状部材 40 の一つである板状部材 40 a の構成を示す図であり、図 3 (a) は、板状部材 40 a の正面図を示し、図 3 (b) は、板状部材 40 a の平面図を示し、図 3 (c) は、板状部材 40 a の右側面図を示している。図 3 において、板状部材 40 a は、両短辺端面を介して長手方向に貫通し、その断面形状が矩形の貫通孔 41、42 を有する。また、板状部材 40 a は、両長辺端面からの切り欠き部 44 を長手方向に沿って等間隔に有する。この切り欠き部 44 の深さは、板状部材 44 の幅の  $1/4$  である。また、板状部材 40 a の両短辺端面の中央部長手方向に凸部 33、34 を有する。この凸部 33、34 によって両短辺端面の角部は凹部を形成し、隣接する凸部 33 あるいは凸部 34 の間に伝熱板 32 が外嵌される。この凸部 33、34 の厚みは、伝熱板 32 の厚みと同じであり、係合面が違いに対応して密着する形状となるようにしている。

【0043】また、板状部材 40 a は、切り欠き部 44 との間に両長辺端面を介して貫通し、貫通孔 41、42 および格子状に組み合わせられる上部あるいは下部の貫通孔をそれぞれ連通する連通孔 43 を有する。これら貫通孔 41、42 および連通孔 43 には、冷却プールにおける冷却期間中、水が満たされ、セル 31 内に収容された使用済み核燃料集合体からの中性子を減速させ、板状部材 40 a あるいはレジン 6、12、14 による中性子吸収を促進させる。このような水の流路を持たせるのは、PWR 用のキャスクの場合であり、PWR 用の使用済み燃料集合体のウラン濃縮度が高く、未臨界を担保させるためである。

【0044】また、板状部材 40 a は、上部長辺端面に凹部 45 が設けられ、下部長辺端面には、凹部 45 が嵌合する形状をもった凸部 46 が設けられる。これら凹部 45 および凸部 46 は、後述する組立時における上部および下部の板状部材との間で嵌合することによって、板状部材間の位置ずれをなくすることができる。

【0045】図 4 は、板状部材 40 の一つである板状部材 40 b の構成を示す図であり、図 4 (a) は、板状部材 40 b の正面図を示し、図 4 (b) は、板状部材 40 b の平面図を示し、図 4 (c) は、板状部材 40 b の右側面図を示している。図 4 の板状部材 40 b は、両短辺端面を傾けた形状となっており、図 3 に示した板状部材 40 a がほぼ平面であったのと異なる。これは、キャビティ 3 の形状に合わせたものである。また、板状部材 40 b は、両短辺端面の長手方向に凸部 35、36 を形成する。この凸部 35、36 の一面は、上述したキャビティ内壁形状に合わせた斜面を形成し、他面は、伝熱板 32 を外嵌できる凹部斜面を形成する。その他の構成は、図 3 に示した板状部材 40 a と同じである。また、その他の板状部材 40 は、図 3 および図 4 に示した板状部材 40 a、40 b とその長さが異なるのみで、その他の構



成は図3および図4に示した板状部材40a, 40bと同じ構成である。

【0046】つぎに、図5を参照して板状部材40によるバスケット30の組立について説明する。図5は、バスケット30の部分組立斜視図である。図5において、板状部材40d, 40eは、切り欠き部の等間隔に対応した間隔をもって平行に配置される。板状部材40d, 40eの上部および下部には、それぞれ長手方向を直交させた板状部材40cおよび板状部材40fが配置され、板状部材40cの下部の切り欠き部と板状部材40d, 40eの上部の切り欠き部とを相互に係合させ、板状部材40d, 40eの下部の切り欠き部と板状部材40fの上部の切り欠き部とを相互に係合させる。

【0047】たとえば、板状部材40cの切り欠き部44aと板状部材40eの切り欠き部44bとを係合させ、板状部材40eの切り欠き部44cと板状部材40fの切り欠き部44dとを係合させる。同様にして他の板状部材40を切り欠き部44を介して縦横交互に係合させることによって格子状のバスケット30を形成することができる。

【0048】この場合、板状部材40の組合せ時に上部の凹部45と下部の凸部46とが相互に嵌合し、板状部材40間の位置ずれ、たとえば板状部材40c, 40f間の位置ずれをなくすることができる。図6は、バスケット30の組立状態における断面を示す図である。図6に示すように、板状部材40cの下部に設けられた凸部46と板状部材40fの上部に設けられた凹部45とが嵌合し、長手方向に垂直な方向に対する位置ずれをなくし、セル31の壁面形状が凹凸になることを防止し、使用済み核燃料集合体をスムーズに挿入することができる。なお、板状部材40の組合せによって上下に位置する板状部材40の連通孔43は連結する。

【0049】また、図7は、板状部材40d, 40eと伝熱板32a, 32bとの係合関係を示す図である。図7において、伝熱板32a, 32bの厚みは、凸部33d, 33eの厚みと同じである。また、伝熱板32a, 32bの幅は、板状部材40e, 40dの間隔に、凸部33d, 33eによって形成される各短辺端面の凹部の幅を加えた値に等しい。さらに、伝熱板32a, 32bの高さは、板状部材40d, 40eの高さに等しい。板状部材40d, 40eに伝熱板32a, 32bを外嵌させる場合、各板状部材40d, 40eを2分する位置で伝熱板32a, 32bどうしに係合させるようにしている(図7の32a', 32b'参照)。なお、この実施の形態1では、複数の伝熱板32a, 32bをバスケットの高さ方向に積み重ねる構成として、バスケットの組立を容易ならしめているが、高さ方向を一枚の伝熱板とする構成としてもよい。

【0050】この実施の形態1によれば、水の流路を必要とするPWR用のバスケットを板状部材によって形成

する場合、各板状部材40に貫通孔41, 42を設けて十分な流路を設け、かつ連通孔43によって各貫通孔41, 42間を連通させるようにし、H型のプレートに比較して強度を増大することができるとともに、各板状部材40間は、凹部45と凸部46との係合によって位置ずれをなくすることができ、セル31の形状を角柱状に正確に保持することができる。さらに、上述した実施の形態1では、板状部材40に伝熱板32を外嵌し、伝熱板32を介して板状部材40のキャビネット外部への熱伝導性を良好にしている。

【0051】(実施の形態2)つぎに、実施の形態2について説明する。上述した実施の形態1では、各板状部材40に二つの貫通孔41, 42を設けるようにしていたが、この実施の形態2では、三つの貫通孔を設けるようにしている。

【0052】図8は、実施の形態2によるバスケット30の部分組立斜視図である。図8において、各板状部材50は、三つの貫通孔51~53を有し、水の流路としている。また、板状部材の両短辺端面には、長手方向に凸部54を形成し、伝熱板32の外嵌を可能ならしめている。その他の構成は、実施の形態1における板状部材40と同じ構成である。

【0053】この実施の形態2によれば、実施の形態1の作用効果に加え、さらに各板状部材50の強度を増大させることができる。なお、各板状部材50に4以上の貫通孔を設けるようにしても、同様な作用効果を得ることができる。

【0054】(実施の形態3)つぎに、実施の形態3について説明する。上述した実施の形態1, 2では、いずれも板状部材40, 50の上部端面に線状の凹部45を設け、下部端面に線状の凸部46を設け、板状部材40, 50の組立時に、対応する凹部45と凸部46とを係合させるようにしていたが、この実施の形態3では、板状部材40, 50の上部端面に部分的な凹部を設け、この凹部に対応する位置に部分的な凸部を設け、板状部材40, 50の組立時に、これらの凹部および凸部を嵌合させるようにしている。

【0055】図9は、実施の形態3によるバスケット30の部分組立斜視図である。図9において、各板状部材60c~60fは、その上部長辺端面に部分的な凹部61, 63を設け、その下部長辺端面に、この凹部61, 63に嵌合する突起形状の部分的な凸部62, 64を設けている。また、板状部材60c~60fは、両短辺端面の長手方向に凸部65を形成し、伝熱板32の外嵌を可能ならしめている。

【0056】バスケット30の組立時に、これらの凹部61, 63と凸部62, 64とは嵌合する。たとえば、図8において、板状部材60cの凸部62は、板状部材60fの凹部63に嵌合し、板状部材60c, 60f間の位置ずれをなくすることができる。

【0057】この実施の形態3によれば、バスケット30の組立時に板状部材間の部分的な凹部61、63と部分的な凸部62、64との嵌合によって、実施の形態1、2と同様に板状部材間の位置ずれをなくすことができるとともに、さらに板状部材の長手方向に対する位置ずれをもなくすことができ、一層、セル31の形状を角柱状に正確に保持することができる。

【0058】なお、上述した実施の形態1～3では、いずれも板状部材40の両長辺端面のエッジを面取形状にし、バスケット組立時に核燃料集合体がセル31内にスムーズに挿入されるようにし、板状部材40に傷が付くのを防ぎ、これによって、バスケットの繰り返し使用および寿命を延ばすことができる。

【0059】

【発明の効果】以上説明したように、この発明にかかるバスケット（請求項1）によれば、バスケットを形成する板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、かつ両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設け、当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせるとともに、隣接する前記凸部間に伝熱板を外嵌して前記核燃料集合体を収納する格子状セルを形成するようにしているの、バスケットを容易に形成することができるとともに、伝熱板を介してバスケットの内部の熱を外部に効率よく伝導することができるという効果を奏する。

【0060】また、この発明にかかるバスケット（請求項2）によれば、バスケットを形成する板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、かつ両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設けるとともに、前記板状部材の両短辺端面を貫通する長手方向の貫通孔を有した当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせ、隣接する前記凸部間に伝熱板を外嵌して前記核燃料集合体を収納する格子状セルを形成するようにしているの、バスケットを容易に形成することができるとともに、伝熱板を介してバスケットの内部の熱を外部に効率よく伝導することができ、しかも貫通孔によって水の流路としているのでバスケット強度を高くでき、かつ維持することができるという効果を奏する。

【0061】また、この発明にかかるバスケット（請求項3）によれば、バスケットを形成する板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、該板状部材の一長辺端面の切り欠き部以外の部分に凸部を形成し、他長辺端面の切り欠き部以外の部分に前記凸部に対応して嵌合する凹部を形成し、前記板状部材の両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設けるとともに、該両短辺端面を貫通する長手方向の貫通孔を有した当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせ、隣接する前記両短辺端面の凸部間に伝熱板を外嵌して前記核燃料集合体を収納する格子状セ

ルを形成するようにしているの、バスケットを容易に形成することができ、また凹部および凸部の嵌合によってバスケット組立後における位置ずれをなくすことができるとともに、伝熱板を介してバスケットの内部の熱を外部に効率よく伝導することができ、しかも貫通孔によって水の流路としているのでバスケット強度を高くでき、かつ維持することができるという効果を奏する。

【0062】また、この発明にかかるバスケット（請求項4）によれば、バスケットを形成する板状部材の両長辺端面のエッジを面取形状にするようにしているの、バスケット組立後に形成された格子状セルに核燃料集合体を挿入するときにバスケットを傷つけることがなく、バスケット強度を維持することができるという効果を奏する。

【0063】また、この発明にかかるバスケット（請求項5）によれば、バスケットを形成する板状部材に断面がほぼ矩形の形状の貫通孔を少なくとも複数設けるようにしているの、一層、強度の高い板状部材によるバスケットを組み立てることができるという効果を奏する。

【0064】また、この発明にかかるバスケット（請求項6）によれば、バスケットを形成する板状部材の長辺端面上に部分的な凹部および凸部を形成し、バスケット組立後における板状部材当接面における全方向の位置ずれをなくすようにしているの、核燃料集合体を収容する角柱状のセル空間を確実に得ることができ、核燃料集合体挿入時におけるバスケットの破損を防止することができるという効果を奏する。

【0065】また、この発明にかかるバスケット（請求項7）によれば、バスケットを形成する板状部材を、A1またはA1合金粉末に中性子吸収性能をもつBまたはB化合物の粉末を添加したA1複合材またはA1合金によって構成するようにしているの、効果的な中性子吸収を行うことができるとともに、軽量のバスケットを実現することができるという効果を奏する。

【0066】また、この発明にかかるキャスク（請求項8）によれば、キャスクのバスケットを形成する板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、かつ両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設け、当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせるとともに、隣接する前記凸部間に伝熱板を外嵌して核燃料集合体を収納する格子状セルを形成したバスケット構造としているの、バスケットを容易に形成することができるとともに、伝熱板を介してバスケットの内部の熱を外部に効率よく伝導することができるという効果を奏する。

【0067】また、この発明にかかるキャスク（請求項9）によれば、キャスクのバスケットを形成する板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、かつ両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設けるとともに、前記板状部材の両短辺端面を貫通す

る長手方向の貫通孔を有した当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせ、隣接する前記凸部間に伝熱板を外嵌して核燃料集合体を収納する格子状セルを形成したバスケット構造としているので、バスケットを容易に形成することができるとともに、伝熱板を介してバスケットの内部の熱を外部に効率よく伝導することができ、しかも貫通孔によって水の流路としていのでバスケット強度を高くでき、かつ維持することができるという効果を奏する。

【0068】また、この発明にかかるキャスク（請求項10）によれば、キャスクのバスケットを形成する板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、該板状部材の一長辺端面の切り欠き部以外の部分に凸部を形成し、他長辺端面の切り欠き部以外の部分に前記凸部に対応して嵌合する凹部を形成し、前記板状部材の両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設けるとともに、該両短辺端面を貫通する長手方向の貫通孔を有した当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせ、隣接する前記両短辺端面の凸部間に伝熱板を外嵌して核燃料集合体を収納する格子状セルを形成したバスケット構造としているので、バスケットを容易に形成することができ、また凹部および凸部の嵌合によってバスケット組立後における位置ずれをなくすことができるとともに、伝熱板を介してバスケットの内部の熱を外部に効率よく伝導することができ、しかも貫通孔によって水の流路としていのでバスケット強度を高くでき、かつ維持することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明に適用されるキャスクの軸方向を示す断面図である。

【図2】図1に示したキャスクの径方向を示す断面図である。

【図3】板状部材の一例を示す構成図である。

【図4】板状部材の一例を示す構成図である。

【図5】この発明の実施の形態1におけるバスケットを示す部分組立斜視図である。

【図6】バスケット組立時における板状部材間の状態を示す断面図である。

【図7】板状部材と伝熱板との係合関係を示す図である。

【図8】この発明の実施の形態2におけるバスケットを示す部分組立斜視図である。

【図9】この発明の実施の形態3におけるバスケットを示す部分組立斜視図である。

【図10】従来におけるキャスクの一例を示す斜視図である。

【図11】図9に示したキャスクの構成を示す径方向断面図である。

【図12】従来におけるPWR用のキャスクの径方向断面図である。

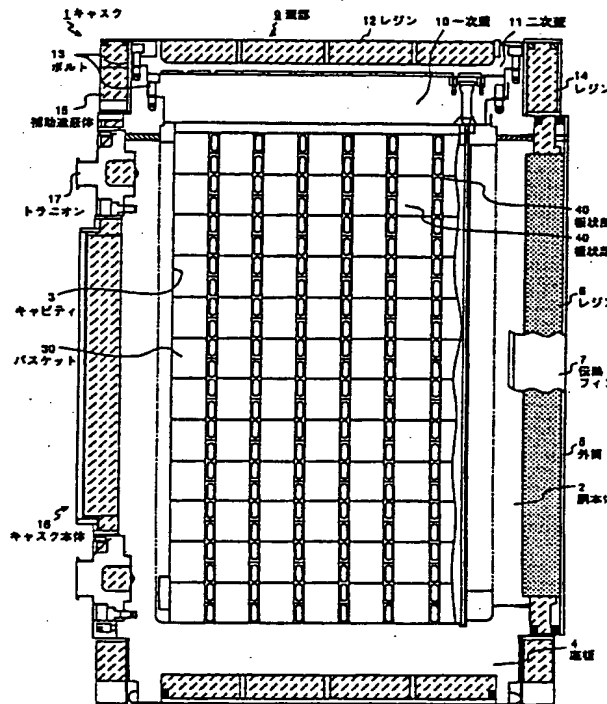
【図13】従来におけるPWR用のキャスクに用いられる他のバスケットの部分組立斜視図である。

【図14】従来におけるPWR用のキャスクに用いられる他のバスケットの部分組立斜視図である。

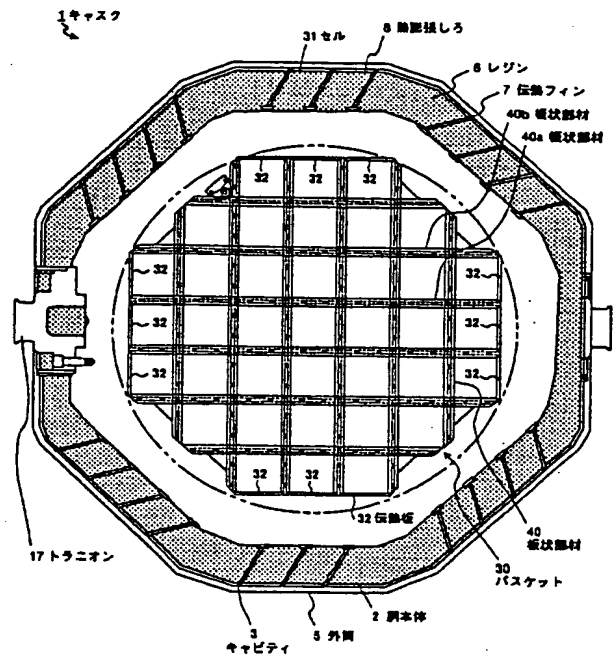
【符号の説明】

- 1 キャスク
- 2 胴本体
- 3 キャビティ
- 4 底板
- 5 外筒
- 6 レジン
- 7 伝熱フィン
- 8 熱膨張しろ
- 9 蓋部
- 10 一次蓋
- 11 二次蓋
- 15 補助遮蔽体
- 16 キャスク本体
- 17 トラニオン
- 31 セル
- 32, 32a, 32b 伝熱板
- 33~36, 46, 54, 62, 64, 65 凸部
- 40, 50, 60c~60f 板状部材
- 41, 42, 51~53 貫通孔
- 43 連通孔
- 44 切り欠き部
- 45, 61, 63 凹部

【図1】

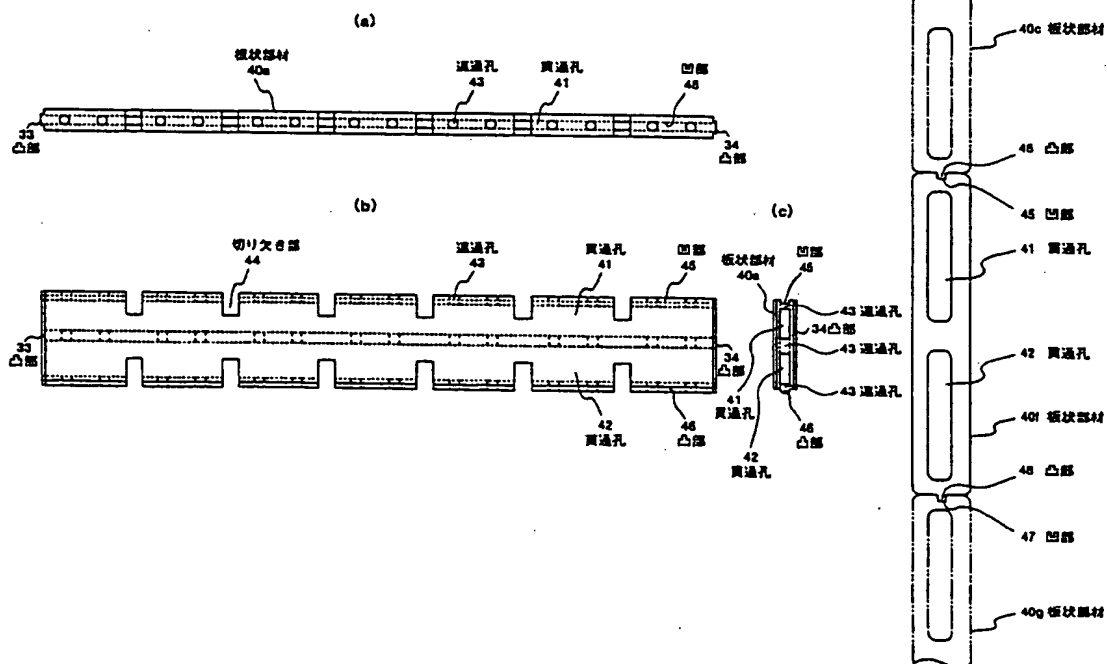


【図2】

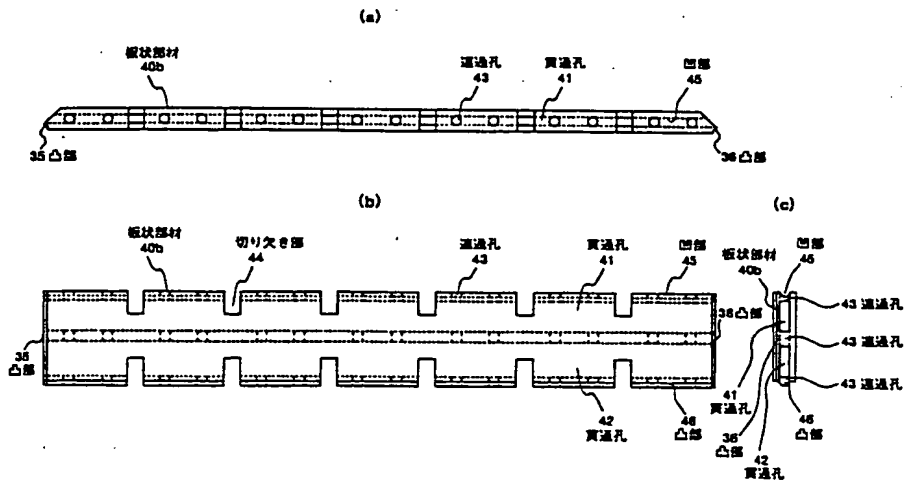


【図6】

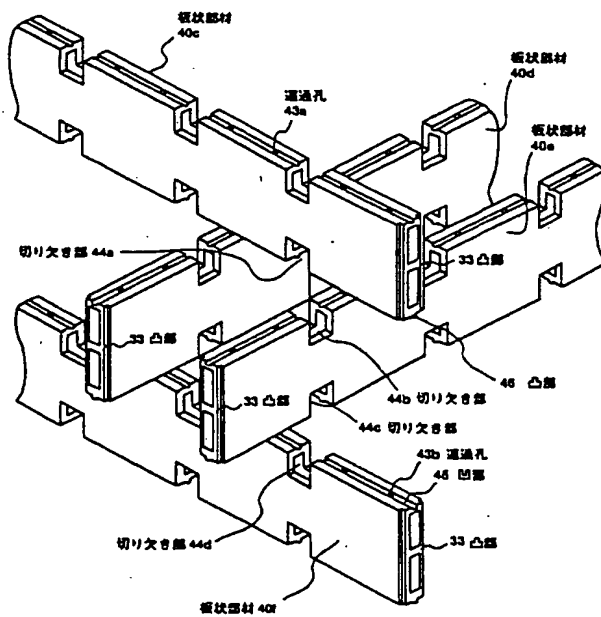
【図3】



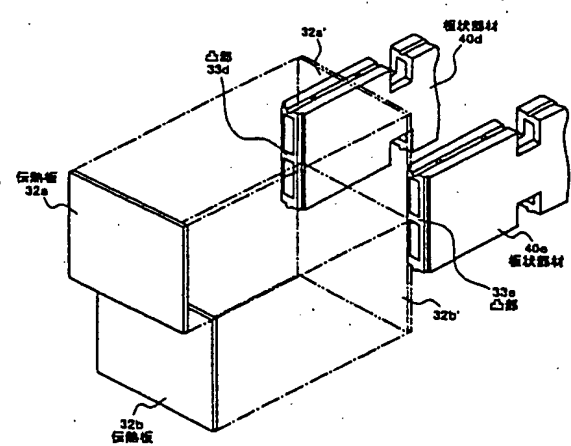
【図4】



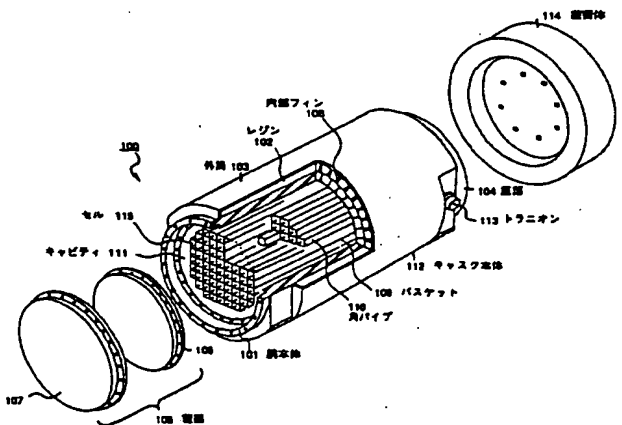
【図5】



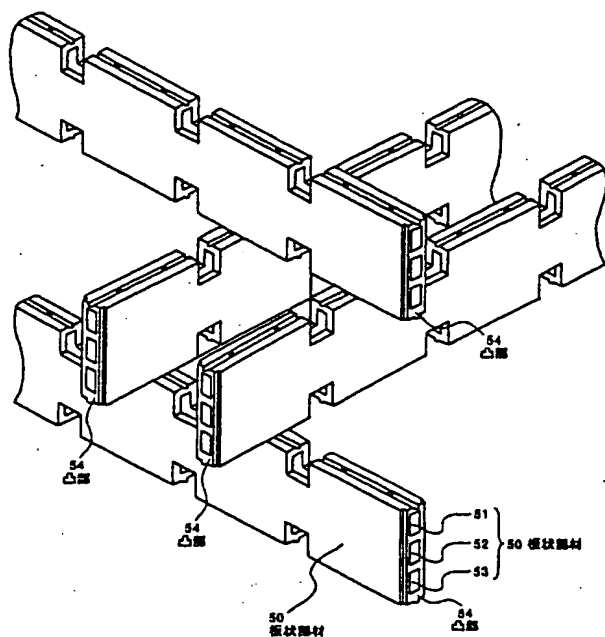
【図7】



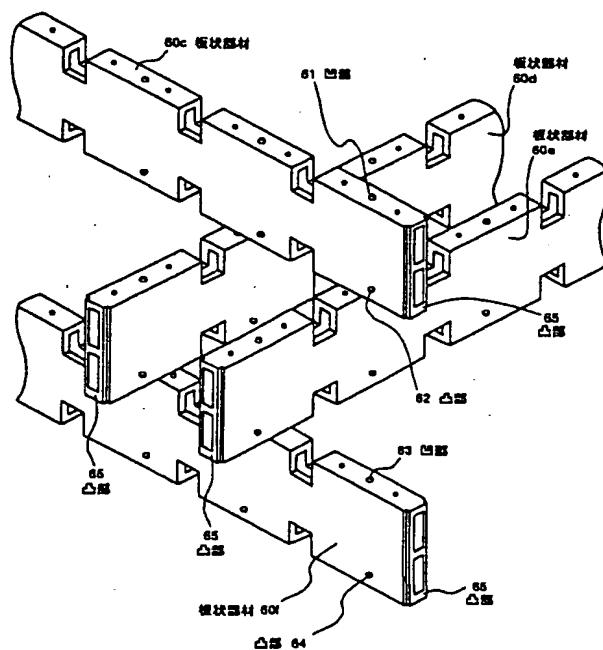
【図10】



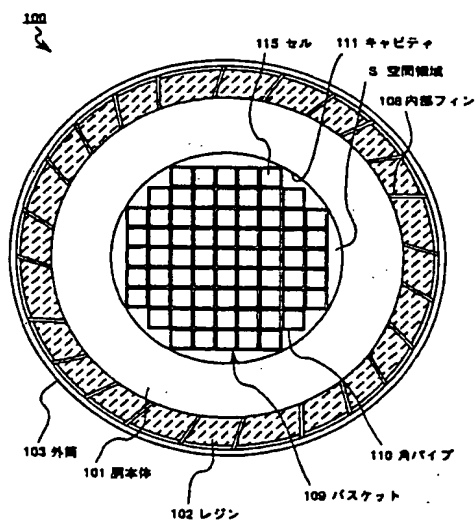
【図8】



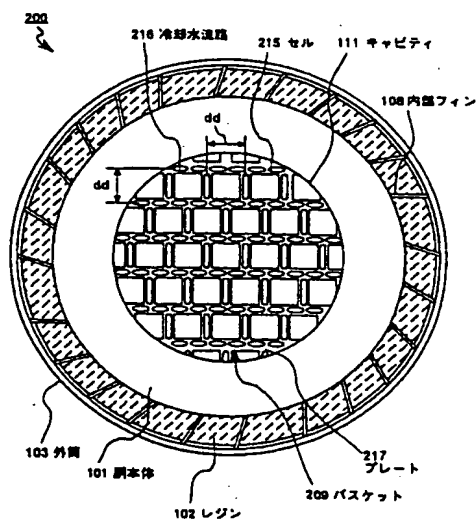
【図9】



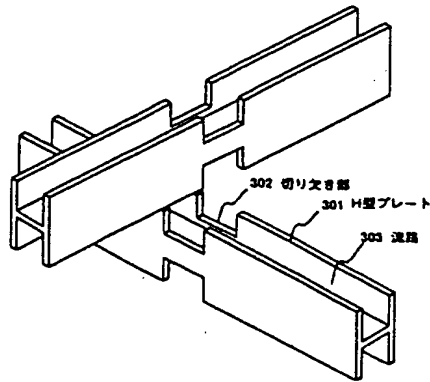
【図11】



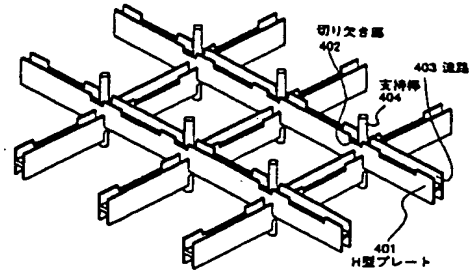
【図12】



【図13】



【図14】



## 【手続補正書】

【提出日】平成12年11月24日（2000.11.24）

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】バスケットおよびキャスク

【特許請求の範囲】

【請求項1】 外周に中性子遮蔽体を有し、かつγ線の遮蔽を行う胴本体のキャビティ内に板状部材を用いて核燃料集合体の収納を行うバスケットにおいて、前記板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせるとともに、隣接する板状部材の短辺端面間毎に伝熱板を渡して前記核燃料集合体を収納する格子状セルを形成したことを特徴とするバスケット。

【請求項2】 外周に中性子遮蔽体を有し、かつγ線の遮蔽を行う胴本体のキャビティ内に板状部材を用いて核燃料集合体の収納を行うバスケットにおいて、前記板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、かつ両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設け、当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせるとともに、隣接する前記凸部間に伝熱板を外嵌して、前記核燃料集合体を収納する格子状セルを形成したことを特徴とするバスケット。

【請求項3】 外周に中性子遮蔽体を有し、かつγ線の遮蔽を行う胴本体のキャビティ内に板状部材を用いて核燃料集合体の収納を行うバスケットにおいて、

前記板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、かつ両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設けるとともに、前記板状部材の両短辺端面を貫通する長手方向の貫通孔を有した当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせ、隣接する前記凸部間に伝熱板を外嵌して、前記核燃料集合体を収納する格子状セルを形成したことを特徴とするバスケット。

【請求項4】 外周に中性子遮蔽体を有し、かつγ線の遮蔽を行う胴本体のキャビティ内に板状部材を用いて核燃料集合体の収納を行うバスケットにおいて、前記板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、該板状部材の一長辺端面の切り欠き部以外の部分に凸部を形成し、他長辺端面の切り欠き部以外の部分に前記凸部に対応して嵌合する凹部を形成し、前記板状部材の両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設けるとともに、該両短辺端面を貫通する長手方向の貫通孔を有した当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせ、隣接する前記両短辺端面の凸部間に伝熱板を外嵌して、前記核燃料集合体を収納する格子状セルを形成したことを特徴とするバスケット。

【請求項5】 前記板状部材の両長辺端面のエッジを面取形状にしたことを特徴とする請求項1～4のいずれか一つに記載のバスケット。

【請求項6】 前記板状部材の貫通孔は、断面がほぼ矩形の形状であって、少なくとも複数設けたことを特徴とする請求項3～5のいずれか一つに記載のバスケット。

【請求項7】 前記板状部材の両長辺端面の凹部および凸部は、長辺端面上の部分的な凹部および凸部であることを特徴とする請求項4～6のいずれか一つに記載のバスケット。

【請求項8】 前記板状部材は、A1またはA1合金粉末に中性子吸収性能をもつBまたはB化合物の粉末を添加したA1複合材またはA1合金によって構成されることを特徴とする請求項1～7のいずれか一つに記載のバスケット。

【請求項9】 板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、かつ両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設け、当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせるとともに、隣接する板状部材の長辺端面間毎に伝熱板を渡して核燃料集合体を収納する格子状セルを形成したバスケットと、  
前記バスケットを内部に収納し、外周に中性子遮蔽体を有し、かつγ線の遮蔽を行う胴本体と、  
前記核燃料集合体を前記格子状セルに出し入れするために前記胴本体の開口部に設けられた着脱可能な蓋部と、  
を備えたことを特徴とするキャスク。

【請求項10】 板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、かつ両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設けるとともに、前記板状部材の両短辺端面を貫通する長手方向の貫通孔を有した当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせ、隣接する板状部材の長辺端面間毎に伝熱板を渡して核燃料集合体を収納する格子状セルを形成したバスケットと、  
前記バスケットを内部に収納し、外周に中性子遮蔽体を有し、かつγ線の遮蔽を行う胴本体と、  
前記核燃料集合体を前記格子状セルに出し入れするために前記胴本体の開口部に設けられた着脱可能な蓋部と、  
を備えたことを特徴とするキャスク。

【請求項11】 板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、該板状部材の一長辺端面の切り欠き部以外の部分に凸部を形成し、他長辺端面の切り欠き部以外の部分に前記凸部に対応して嵌合する凹部を形成し、前記板状部材の両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設けるとともに、該両短辺端面を貫通する長手方向の貫通孔を有した当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせ、隣接する前記両短辺端面の凸部間に伝熱板を外嵌して核燃料集合体を収納する格子状セルを形成したバスケットと、  
前記バスケットを内部に収納し、外周に中性子遮蔽体を有し、かつγ線の遮蔽を行う胴本体と、  
前記核燃料集合体を前記格子状セルに出し入れするために前記胴本体の開口部に設けられた着脱可能な蓋部と、  
を備えたことを特徴とするキャスク。

【請求項12】 板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせることで核燃料集合体を収納する格子状セルを形成し

たバスケットと、

γ線の遮蔽を行うとともに前記バスケットの少なくとも一部の外側部分が面接触する切り欠き部をキャビティ内に設けた胴本体と、

を備えたことを特徴とするキャスク。

【請求項13】 板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせるとともに、隣接する板状部材の長辺端面間毎に伝熱板を渡して核燃料集合体を収納する格子状セルを形成したバスケットと、

γ線の遮蔽を行うとともに前記バスケットの少なくとも一部の外側部分が面接触する切り欠き部をキャビティ内に設けた胴本体と、

を備えたことを特徴とするキャスク。

【請求項14】 外周に中性子遮蔽体を有し、且つγ線の遮蔽を行う胴本体と、中性子吸収能を有する複数の板状部材により構成した格子状セル及び、前記板状部材の短辺端面に設ける伝熱板とで角断面形状のバスケットを形成し、前記胴本体のキャビティ内面を前記バスケットの外周形状に合わせた形状にし、前記キャビティ内に挿入したバスケットの各セル内に使用済み燃料集合体収容して貯蔵するようにしたことを特徴とするキャスク。

【請求項15】 前記キャビティ内の一部を、前記バスケットの外形に合わせた形状にしたことを特徴とする請求項1に記載のキャスク。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、燃焼を終えた使用済み核燃料集合体を収容、輸送、貯蔵するキャスクを構成するバスケット組立用板状部材、これを用いたバスケットおよびこれを用いたキャスクに関し、特に、加圧水型原子力発電（PWR：pressurized water reactor）用のバスケット組立用板状部材、バスケットおよびキャスクに関するものである。

【0002】

【従来の技術】核燃料サイクルの終期にあつて燃焼を終え使用できなくなった核燃料集合体を、使用済み核燃料という。使用済み核燃料は、FPなど高放射能物質を含むので熱的に冷却する必要があるから、原子力発電所の冷却ピットで所定期間、冷却される。その後、遮蔽容器であるキャスクに収納され、トラックや船舶等で再処理施設に搬送、貯蔵される。使用済み核燃料集合体をキャスク内に収容するにあたっては、バスケットと称する格子状断面を有する保持要素を用いる。この使用済み核燃料集合体は、バスケットに形成した複数の収納空間であるセルに1体ずつ挿入され、これによって、輸送中の振動などに対する適切な保持力を確保している。

【0003】このようなキャスクの従来例としては、

「原子力eye」（平成10年4月1日発行：日刊工業



出版プロダクション) や特開昭62-242725号公報などに様々な種類のものが開示されている。なお、軽水型原子力発電には、沸騰水型原子力発電(BWR: boiling water reactor)と、加圧水型原子力発電(PWR: pressurized water reactor)とがある。

【0004】図10は、キャスクの一例を示す斜視図である。図11は、図10に示したキャスクの軸方向断面図である。キャスク100は、筒形状の胴本体101と、胴本体101の外周に設けた中性子遮蔽体であるレジン102と、その外筒103、底部104および蓋部105から構成されている。胴本体101および底部104は、 $\gamma$ 線遮蔽体である炭素鋼製の鍛造品である。また、蓋部105は、ステンレス製等の一次蓋106および二次蓋107からなる。胴本体101と底部104は、突き合わせ溶接によって結合してある。一次蓋106および二次蓋107は、胴本体101に対してステンレス製等のボルトによって固定されている。蓋部105と胴本体101との間には、金属製のリングが介在し、内部の気密を保持している。

【0005】胴本体101と外筒103との間には、熱伝導を行う複数の内部フィン108が設けられている。内部フィン108は、熱伝導効率を高めるため、その材料には銅を用いる。レジン102は、この内部フィン108によって形成される空間に流動状態で注入され、熱硬化反応等で固化形成する。バスケット109は、69本の角パイプ110を図11に示すように束状に集合させた構造であり、胴本体101のキャビティ111内に拘束状態で挿入してある。

【0006】角パイプ110は、挿入した使用済み核燃料集合体が臨界に達しないように中性子吸収材(ホウ素:B)を混合したアルミニウム合金からなる。なお、キャスク本体112の両側には、キャスク100を吊り下げるためのトラニオン113が設けられている(一方のみを図示)。また、キャスク本体112の両端部には、内部に緩衝材として木材などを組み込んだ緩衝体114が取り付けられる(一方のみを図示)。なお、115は使用済み核燃料集合体が収容されるセルである。

【0007】ところで、軽水型原子力発電には、沸騰水型原子力発電(BWR: boiling water reactor)と、加圧水型原子力発電(PWR: pressurized water reactor)とがある。上述したキャスク100は、沸騰水型原子力発電(BWR: boiling water reactor)に用いられる使用済み核燃料集合体を収容するキャスクである。BWR用の核燃料集合体は、図12に示す構成をもつ。

【0008】図12は、PWR用のキャスクの軸方向断面図である。図12において、PWR用のキャスク200のキャビティ111内には、半径方向に延びるプレート217を交互に組み合わせて断面が矩形形状のセル215を形成したバスケット209を有する。各プレート207は、BWR用の角パイプ110と同様に、中性子吸

収材であるBを混合したアルミニウム合金によって構成される。ただし、各プレート217は、軸方向に延びる冷却水流路216の貫通孔、いわゆるウォーターゾーンを有し、使用済み核燃料集合体の冷却時に、各バスケット209内に水を満たし、中性子の減速を行い、プレート217およびレジン102による中性子吸収を効率的に行うようにしている。なお、各バスケット209内およびこの冷却水流路216に満たされた水は、所定の冷却期間経過後、水抜きが行われ、乾燥される。

【0009】冷却水流路216を設けたのは、PWR用の核燃料集合体のウラン濃縮度が、BWR用の核燃料集合体に比して高いこと、およびPWR用の核燃料集合体のウラン装荷量も多く、核燃料集合体の断面積も大きい。ため、核燃料集合体を配列した体系の反応度が高くなるためである。ここで、図12に示す距離 $d$ は、使用済み核燃料集合体が未臨界となることを担保する距離であり、PWR用の距離 $d$ は、BWR用の距離に比して大きな距離を持たせる必要がある。また、各セル215の配置が格子状でなく、位置ずれをしているのは、BWRの使用済み核燃料集合体に比してその集合体断面積が大きいPWR用の使用済み核燃料集合体を効率的にキャビティ111に配置するためである。

【0010】図13は、PWR用のキャスクに用いられる他のバスケットの部分組立斜視図である。このPWR用のキャスクでは、切り欠け部302を有したH型プレートを用い、この切り欠け部302を縦横相互に組み合わせることによってバスケットを形成するものがある。この場合、流路303には、使用済み核燃料集合体の冷却時に、中性子減速材としての水が満たされる。

【0011】さらに、図14は、PWR用のキャスクに用いられる他のバスケットの他の部分組立斜視図である。図14に示すバスケットは、H型プレート401の切り欠け部402に係合によって組み立てられるが、切り欠け部402の係合のみでは、各H型プレートの上部および下部に位置するH型プレートとの位置ずれが生じ、強度上も弱い。ため、各係合部に貫通する支持棒404を介在させ、全てのH型プレート401の位置ずれが生じないようにしている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、支持棒404を用いても各H型プレート401は、支持棒404を支点に回転することが考えられるため、各H型プレート間の位置ずれを確実になくすることができず、バスケットの強度を損なうとともに、使用済み核燃料集合体の挿入時にバスケットを破損させてしまうという問題点があった。

【0013】また、H型プレートの端部は、キャビネット内壁面に接合するが、接触面積が小さいため、バスケット内の熱が外部に良好に伝導されず、温度上昇によって未臨界性を確実に担保することができないという問題

点もあった。

【0014】なお、PWR用のバスケットを構成するH型プレートは、水を満たすための流路を形成する必要があるため、格子状に組み合わせるための切り欠き部に、ある程度の厚みを有し、この厚みによってH型プレートの位置ずれを解消し、またある程度の強度を持たせることができるが、なお一層の高い強度が要望されているのが現実である。

【0015】この発明は上記に鑑みてなされたもので、板状部材を格子状に組み立ててバスケットを構成する場合、核燃料集合体挿入時におけるバスケットの損傷をなくし、各板状部材間の位置ずれを確実になくし、かつバスケットの強度を増大することができるとともに、バスケット外部への熱伝導率を高めることができるバスケット組立用板状部材、バスケットおよびキャスクを提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1にかかるバスケットは、外周に中性子遮蔽体を有し、かつγ線の遮蔽を行う胴本体のキャビティ内に板状部材を用いて核燃料集合体の収納を行うバスケットにおいて、前記板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせるとともに、隣接する板状部材の短辺端面間毎に伝熱板を渡して前記核燃料集合体を収納する格子状セルを形成したことを特徴とする。

【0017】この発明によれば、バスケットを形成する板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせるとともに、隣接する板状部材の短辺端面間毎に伝熱板を渡して前記核燃料集合体を収納する格子状セルを形成するようにしている。

【0018】また、請求項2にかかるバスケットは、外周に中性子遮蔽体を有し、かつγ線の遮蔽を行う胴本体のキャビティ内に板状部材を用いて核燃料集合体の収納を行うバスケットにおいて、前記板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、かつ両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設け、当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせるとともに、隣接する前記凸部間に伝熱板を外嵌して、前記核燃料集合体を収納する格子状セルを形成したことを特徴とする。

【0019】この発明によれば、バスケットを形成する板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、かつ両短辺端面の中央部長手方向に例えば凸部を設け、当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせるとともに、隣接する前記凸部間に伝熱板を外嵌して前記核燃料集合体

を収納する格子状セルを形成するようにしている。

【0020】また、請求項3にかかるバスケットは、外周に中性子遮蔽体を有し、かつγ線の遮蔽を行う胴本体のキャビティ内に板状部材を用いて核燃料集合体の収納を行うバスケットにおいて、前記板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、かつ両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設けるとともに、前記板状部材の両短辺端面を貫通する長手方向の貫通孔を有した当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせ、隣接する前記凸部間に伝熱板を外嵌して前記核燃料集合体を収納する格子状セルを形成したことを特徴とする。

【0021】この発明によれば、バスケットを形成する板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、かつ両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設けるとともに、前記板状部材の両短辺端面を貫通する長手方向の貫通孔を有した当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせ、隣接する前記凸部間に伝熱板を外嵌して前記核燃料集合体を収納する格子状セルを形成するようにしている。

【0022】また、請求項4にかかるバスケットは、外周に中性子遮蔽体を有し、かつγ線の遮蔽を行う胴本体のキャビティ内に板状部材を用いて核燃料集合体の収納を行うバスケットにおいて、前記板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、該板状部材の一長辺端面の切り欠き部以外の部分に凸部を形成し、他長辺端面の切り欠き部以外の部分に前記凸部に対応して嵌合する凹部を形成し、前記板状部材の両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設けるとともに、該両短辺端面を貫通する長手方向の貫通孔を有した当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせ、隣接する前記両短辺端面の凸部間に伝熱板を外嵌して前記核燃料集合体を収納する格子状セルを形成したことを特徴とする。

【0023】この発明によれば、バスケットを形成する板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、該板状部材の一長辺端面の切り欠き部以外の部分に凸部を形成し、他長辺端面の切り欠き部以外の部分に前記凸部に対応して嵌合する凹部を形成し、前記板状部材の両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設けるとともに、該両短辺端面を貫通する長手方向の貫通孔を有した当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせ、隣接する前記両短辺端面の凸部間に伝熱板を外嵌して前記核燃料集合体を収納する格子状セルを形成するようにしている。

【0024】また、請求項5にかかるバスケットは、上記の発明において、前記板状部材の両長辺端面のエッジを面取形状にしたことを特徴とする。この発明によれば、バスケットを形成する板状部材の両長辺端面のエッジを面取形状にするようにしている。

【0025】また、請求項6にかかるバスケットは、上記の発明において、前記板状部材の貫通孔は、断面がほぼ矩形の形状であって、少なくとも複数設けたことを特徴とする。この発明によれば、バスケットを形成する板状部材に断面がほぼ矩形の形状の貫通孔を少なくとも複数設けるようにしている。

【0026】また、請求項7にかかるバスケットは、上記の発明において、前記板状部材の凹部および凸部は、長辺端面上の部分的な凹部および凸部であることを特徴とする。この発明によれば、バスケットを形成する板状部材の長辺端面上に部分的な凹部および凸部を形成し、バスケット組立後における板状部材当接面における全方向の位置ずれをなくすようにしている。

【0027】また、請求項8にかかるバスケットは、上記の発明において、前記板状部材は、A1またはA1合金粉末に中性子吸収性能をもつBまたはB化合物の粉末を添加したA1複合材またはA1合金によって構成されることを特徴とする。この発明によれば、バスケットを形成する板状部材を、A1またはA1合金粉末に中性子吸収性能をもつBまたはB化合物の粉末を添加したA1複合材またはA1合金によって構成するようにしている。

【0028】また、請求項9にかかるキャスクは、板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、かつ両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設け、当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせるとともに、隣接する板状部材の長辺端面間毎に伝熱板を渡して核燃料集合体を収納する格子状セルを形成したバスケットと、前記バスケットを内部に収納し、外周に中性子遮蔽体を有し、かつγ線の遮蔽を行う胴本体と、前記核燃料集合体を前記格子状セルに出し入れするために前記胴本体の開口部に設けられた着脱可能な蓋部とを備えたことを特徴とする。

【0029】また、請求項10にかかるキャスクは、板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、かつ両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設けるとともに、前記板状部材の両短辺端面を貫通する長手方向の貫通孔を有した当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせ、隣接する板状部材の長辺端面間毎に伝熱板を渡して核燃料集合体を収納する格子状セルを形成したバスケットと、前記バスケットを内部に収納し、外周に中性子遮蔽体を有し、かつγ線の遮蔽を行う胴本体と、前記核燃料集合体を前記格子状セルに出し入れするために前記胴本体の開口部に設けられた着脱可能な蓋部とを備えたことを特徴とする。

【0030】上記請求項9および請求項10にかかる発明によれば、キャスクのバスケットを形成する板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、かつ両短辺端面の中央部長手方向に凸部を

設け、当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせるとともに、隣接する板状部材の長辺端面間毎に伝熱板を渡して核燃料集合体を収納する格子状セルを形成したバスケット構造としている。

【0031】また、請求項11にかかるキャスクは、板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、当該板状部材の一長辺端面の切り欠き部以外の部分に凸部を形成し、他長辺端面の切り欠き部以外の部分に前記凸部に対応して嵌合する凹部を形成し、前記板状部材の両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設けるとともに、該両短辺端面を貫通する長手方向の貫通孔を有した当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせ、隣接する前記両短辺端面の凸部間に伝熱板を外嵌して核燃料集合体を収納する格子状セルを形成したバスケットと、前記バスケットを内部に収納し、外周に中性子遮蔽体を有し、かつγ線の遮蔽を行う胴本体と、前記核燃料集合体を前記格子状セルに出し入れするために前記胴本体の開口部に設けられた着脱可能な蓋部とを備えたことを特徴とする。

【0032】この発明によれば、キャスクのバスケットを形成する板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、当該板状部材の一長辺端面の切り欠き部以外の部分に凸部を形成し、他長辺端面の切り欠き部以外の部分に前記凸部に対応して嵌合する凹部を形成し、前記板状部材の両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設けるとともに、該両短辺端面を貫通する長手方向の貫通孔を有した当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせ、隣接する前記両短辺端面の凸部間に伝熱板を外嵌して核燃料集合体を収納する格子状セルを形成したバスケット構造としている。

【0033】また、請求項12にかかるキャスクは、板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせることで核燃料集合体を収納する格子状セルを形成したバスケットと、γ線の遮蔽を行うとともに前記バスケットの少なくとも一部の外側部分が面接触する切り欠き部をキャビティ内に設けた胴本体とを備えたことを特徴とする。

【0034】また、請求項13にかかるキャスクは、板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせるとともに、隣接する板状部材の長辺端面間毎に伝熱板を渡して核燃料集合体を収納する格子状セルを形成したバスケットと、γ線の遮蔽を行うとともに前記バスケットの少なくとも一部の外側部分が面接触する切り欠き部をキャビティ内に設けた胴本体とを備えたことを特徴とする。

【0035】また、請求項14にかかるキャスクは、外周に中性子遮蔽体を有し、且つγ線の遮蔽を行う胴本体

と、中性子吸収能を有する複数の板状部材により構成した格子状セル及び、前記板状部材の短辺端面に設ける伝熱板とで角断面形状のバスケットを形成し、前記胴本体のキャビティ内面を前記バスケットの外周形状に合わせた形状にし、前記キャビティ内に挿入したバスケットの各セル内に使用済み燃料集合体收容して貯蔵するようにしたことを特徴とする。また、請求項15にかかるキャスクは、上記キャスクにおいて、前記キャビティ内の一部を、前記バスケットの外形に合わせた形状にしたことを特徴とする。

#### 【0036】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して、この発明にかかるバスケットの挿入方法の好適な実施の形態を詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

【0037】（実施の形態1）まず、この発明が適用されるキャスクについて説明する。図1は、この発明が適用されるキャスクの軸方向断面図である。図2は、図1に示したキャスクの径方向断面図である。キャスク1は、胴本体2のキャビティ3内面をバスケット30の外周形状に合わせて機械加工したものである。キャビティ3内面の機械加工は、専用の加工装置によってフライス等によって加工する。バスケット30とキャビティ3の内面の一部は、伝熱板32を介して結合される。伝熱板32はA1等の良熱伝導性の材料によって構成される。胴本体2および底板4は、 $\gamma$ 線遮蔽機能を有する炭素鋼製の鍛造品である。なお、炭素鋼の代わりにステンレス鋼を用いることもできる。胴本体2と底板4は、溶接によって結合する。また、耐圧容器としての密閉性を確保するため、一次蓋10と胴本体2の間には金属ガスケットを設けておく。

【0038】胴本体2と外筒5との間には、水素を多く含有する高分子材料であって中性子遮蔽機能を有するレジン6が充填されている。また、胴本体2と外筒5の間には、熱伝導を行う複数の銅製の伝熱フィン7が溶接されており、レジン6は、伝熱フィン7によって形成される空間に流動状態で注入され、冷却固化される。なお、伝熱フィン7は、放熱を均一に行うため、熱量の多い部分に高い密度で設けるようにするのが好ましい。また、レジン6と外筒5との間には、数mmの熱膨張しろ8が設けられる。

【0039】蓋部9は、一次蓋10と二次蓋11によって構成される。一次蓋10は、 $\gamma$ 線を遮蔽するステンレス鋼または炭素鋼からなる円盤形状である。また、二次蓋11も、ステンレス鋼製または炭素鋼製の円盤形状であるが、その上面には、中性子遮蔽体としてレジン12が封入されている。一次蓋10および二次蓋11は、ステンレス鋼製または炭素鋼製のボルト13によって胴本体2に取り付けられている。さらに、一次蓋10および二次蓋11と胴本体2との間には、それぞれ金属ガス

ケットが設けられ、内部の密封性を保持している。また、蓋部9の周囲には、レジン14を封入した補助遮蔽体15が設けられている。

【0040】キャスク本体16の両側には、キャスク1を吊り下げるためのトラニオン17が設けられている。なお、図1では、補助遮蔽体115を設けたものを示したが、キャスク1の搬送時には、補助遮蔽体15を取り外して図示しない緩衝体を取り付ける。

【0041】バスケット30は、使用済み核燃料集合体を收容するセル31を構成する板状部材40を縦横交互に組み合わせることによって形成されるとともに、上述したようにバスケット30の一部は、伝熱板32によって形成される。板状部材40には、A1またはA1合金粉末に中性子吸収性能をもつBまたはB化合物の粉末を添加したアルミニウム複合材またはアルミニウム合金を用いる。また、中性子吸収材としては、ボロンの他にカドミウムを用いることができる。さらに、アルミニウムに限らずステンレス材等に上述した中性子吸収能をもつBまたはB化合物等を添加した部材を用いるようにしてもよい。

【0042】図3は、板状部材40の一つである板状部材40aの構成を示す図であり、図3(a)は、板状部材40aの正面図を示し、図3(b)は、板状部材40aの平面図を示し、図3(c)は、板状部材40aの右側面図を示している。図3において、板状部材40aは、両短辺端面を介して長手方向に貫通し、その断面形状が矩形の貫通孔41、42を有する。また、板状部材40aは、両長辺端面からの切り欠き部44を長手方向に沿って等間隔に有する。この切り欠き部44の深さは、板状部材44の幅の1/4である。また、板状部材40aの両短辺端面の中央部長手方向に凸部33、34を有する。この凸部33、34によって両短辺端面の角部は凹部を形成し、隣接する凸部33あるいは凸部34の間に伝熱板32が外嵌される。この凸部33、34の厚みは、伝熱板32の厚みと同じであり、係合面が違いに対応して密着する形状となるようにしている。

【0043】また、板状部材40aは、切り欠き部44との間に両長辺端面を介して貫通し、貫通孔41、42および格子状に組み合わせられる上部あるいは下部の貫通孔をそれぞれ連通する連通孔43を有する。これら貫通孔41、42および連通孔43には、冷却プールにおける冷却期間中、水が満たされ、セル31内に收容された使用済み核燃料集合体からの中性子を減速させ、板状部材40aあるいはレジン6、12、14による中性子吸収を促進させる。このような水の流路を持たせるのは、PWR用のキャスクの場合であり、PWR用の使用済み燃料集合体のウラン濃縮度が高く、未臨界を担保させるためである。

【0044】また、板状部材40aは、上部長辺端面に凹部45が設けられ、下部長辺端面には、凹部45が嵌

合する形状をもった凸部46が設けられる。これら凹部45および凸部46は、後述する組立時における上部および下部の板状部材との間で嵌合することによって、板状部材間の位置ずれをなくすることができる。

【0045】図4は、板状部材40の一つである板状部材40bの構成を示す図であり、図4(a)は、板状部材40bの正面図を示し、図4(b)は、板状部材40bの平面図を示し、図4(c)は、板状部材40bの右側面図を示している。図4の板状部材40bは、両短辺端面を傾けた形状となっており、図3に示した板状部材40aがほぼ平面であったのと異なる。これは、キャビティ3の形状に合わせたものである。また、板状部材40bは、両短辺端面の長手方向に凸部35、36を形成する。この凸部35、36の一面は、上述したキャビティ内壁形状に合わせた斜面を形成し、他面は、伝熱板32を外嵌できる凹部斜面を形成する。その他の構成は、図3に示した板状部材40aと同じである。また、その他の板状部材40は、図3および図4に示した板状部材40a、40bとその長さが異なるのみで、その他の構成は図3および図4に示した板状部材40a、40bと同じ構成である。

【0046】つぎに、図5を参照して板状部材40によるバスケット30の組立について説明する。図5は、バスケット30の部分組立斜視図である。図5において、板状部材40d、40eは、切り欠き部の等間隔に対応した間隔をもって平行に配置される。板状部材40d、40eの上部および下部には、それぞれ長手方向を直交させた板状部材40cおよび板状部材40fが配置され、板状部材40cの下部の切り欠き部と板状部材40d、40eの上部の切り欠き部とを相互に係合させ、板状部材40d、40eの下部の切り欠き部と板状部材40fの上部の切り欠き部とを相互に係合させる。

【0047】たとえば、板状部材40cの切り欠き部44aと板状部材40eの切り欠き部44bとを係合させ、板状部材40eの切り欠き部44cと板状部材40fの切り欠き部44dとを係合させる。同様にして他の板状部材40を切り欠き部44を介して縦横交互に係合させることによって格子状のバスケット30を形成することができる。

【0048】この場合、板状部材40の組合せ時に上部の凹部45と下部の凸部46とが相互に嵌合し、板状部材40間の位置ずれ、たとえば板状部材40c、40f間の位置ずれをなくすることができる。図6は、バスケット30の組立状態における断面を示す図である。図6に示すように、板状部材40cの下部に設けられた凸部46と板状部材40fの上部に設けられた凹部45とが嵌合し、長手方向に垂直な方向に対する位置ずれをなくし、セル31の壁面形状が凹凸になることを防止し、使用済み核燃料集合体をスムーズに挿入することができる。なお、板状部材40の組合せによって上下に位置す

る板状部材40の連通孔43は連結する。

【0049】また、図7は、板状部材40d、40eと伝熱板32a、32bとの係合関係を示す図である。図7において、伝熱板32a、32bの厚みは、凸部33d、33eの厚みと同じである。また、伝熱板32a、32bの幅は、板状部材40e、40dの間隔に、凸部33d、33eによって形成される各短辺端面の凹部の幅を加えた値に等しい。さらに、伝熱板32a、32bの高さは、板状部材40d、40eの高さに等しい。板状部材40d、40eに伝熱板32a、32bを外嵌させる場合、各板状部材40d、40eを2分する位置で伝熱板32a、32bどうしに係合させるようにしている(図7の32a'、32b'参照)。なお、この実施の形態1では、複数の伝熱板32a、32bをバスケットの高さ方向に積み重ねる構成として、バスケットの組立を容易ならしめているが、高さ方向を一枚の伝熱板とする構成としてもよい。

【0050】この実施の形態1によれば、水の流路を必要とするPWR用のバスケットを板状部材によって形成する場合、各板状部材40に貫通孔41、42を設けて十分な流路を設け、かつ連通孔43によって各貫通孔41、42間を連通させるようにし、H型のプレートに比較して強度を増大することができるとともに、各板状部材40間は、凹部45と凸部46との係合によって位置ずれをなくことができ、セル31の形状を角柱状に正確に保持することができる。さらに、上述した実施の形態1では、板状部材40に伝熱板32を外嵌し、伝熱板32を介して板状部材40のキャビネット外部への熱伝導性を良好にしている。

【0051】(実施の形態2)つぎに、実施の形態2について説明する。上述した実施の形態1では、各板状部材40に二つの貫通孔41、42を設けるようにしていたが、この実施の形態2では、三つの貫通孔を設けるようにしている。

【0052】図8は、実施の形態2によるバスケット30の部分組立斜視図である。図8において、各板状部材50は、三つの貫通孔51~53を有し、水の流路としている。また、板状部材の両短辺端面には、長手方向に凸部54を形成し、伝熱板32の外嵌を可能ならしめている。その他の構成は、実施の形態1における板状部材40と同じ構成である。

【0053】この実施の形態2によれば、実施の形態1の作用効果に加え、さらに各板状部材50の強度を増大させることができる。なお、各板状部材50に4以上の貫通孔を設けるようにしても、同様な作用効果を得ることができる。

【0054】(実施の形態3)つぎに、実施の形態3について説明する。上述した実施の形態1、2では、いずれも板状部材40、50の上部端面に線状の凹部45を設け、下部端面に線状の凸部46を設け、板状部材4

0, 50の組立時に、対応する凹部45と凸部46とを係合させるようにしていたが、この実施の形態3では、板状部材40, 50の上部端面に部分的な凹部を設け、この凹部に対応する位置に部分的な凸部を設け、板状部材40, 50の組立時に、これらの凹部および凸部を嵌合させるようにしている。

【0055】図9は、実施の形態3によるバスケット30の部分組立斜視図である。図9において、各板状部材60c~60fは、その上部長辺端面に部分的な凹部61, 63を設け、その下部長辺端面に、この凹部61, 63に嵌合する突起形状の部分的な凸部62, 64を設けている。また、板状部材60c~60fは、両短辺端面の長手方向に凸部65を形成し、伝熱板32の外嵌を可能ならしめている。

【0056】バスケット30の組立時に、これらの凹部61, 63と凸部62, 64とは嵌合する。たとえば、図8において、板状部材60cの凸部62は、板状部材60fの凹部63に嵌合し、板状部材60c, 60f間の位置ずれをなくすることができる。

【0057】この実施の形態3によれば、バスケット30の組立時に板状部材間の部分的な凹部61, 63と部分的な凸部62, 64との嵌合によって、実施の形態1, 2と同様に板状部材間の位置ずれをなくできるとともに、さらに板状部材の長手方向に対する位置ずれをもなくことができ、一層、セル31の形状を角柱状に正確に保持することができる。

【0058】なお、上述した実施の形態1~3では、いずれも板状部材40の両長辺端面のエッジを面取形状にし、バスケット組立時に核燃料集合体がセル31内にスムーズに挿入されるようにし、板状部材40に傷が付くのを防ぎ、これによって、バスケットの繰り返し使用および寿命を延ばすことができる。

【0059】

【発明の効果】以上説明したように、この発明にかかるバスケット（請求項2）によれば、バスケットを形成する板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、かつ両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設け、当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせるとともに、隣接する前記凸部間に伝熱板を外嵌して前記核燃料集合体を収納する格子状セルを形成するようにしているため、バスケットを容易に形成することができるとともに、伝熱板を介してバスケットの内部の熱を外部に効率よく伝導することができるという効果を奏する。

【0060】また、この発明にかかるバスケット（請求項3）によれば、バスケットを形成する板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、かつ両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設けるとともに、前記板状部材の両短辺端面を貫通する長手方向の貫通孔を有した当該板状部材を順次互いに直交して

前記切り欠き部を係合して組み合わせ、隣接する前記凸部間に伝熱板を外嵌して前記核燃料集合体を収納する格子状セルを形成するようにしているため、バスケットを容易に形成することができるとともに、伝熱板を介してバスケットの内部の熱を外部に効率よく伝導することができ、しかも貫通孔によって水の流路としているためバスケット強度を高くでき、かつ維持することができるという効果を奏する。

【0061】また、この発明にかかるバスケット（請求項4）によれば、バスケットを形成する板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、該板状部材の一長辺端面の切り欠き部以外の部分に凸部を形成し、他長辺端面の切り欠き部以外の部分に前記凸部に対応して嵌合する凹部を形成し、前記板状部材の両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設けるとともに、該両短辺端面を貫通する長手方向の貫通孔を有した当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせ、隣接する前記両短辺端面の凸部間に伝熱板を外嵌して前記核燃料集合体を収納する格子状セルを形成するようにしているため、バスケットを容易に形成することができ、また凹部および凸部の嵌合によってバスケット組立後における位置ずれをなくできるとともに、伝熱板を介してバスケットの内部の熱を外部に効率よく伝導することができ、しかも貫通孔によって水の流路としているためバスケット強度を高くでき、かつ維持することができるという効果を奏する。

【0062】また、この発明にかかるバスケット（請求項5）によれば、バスケットを形成する板状部材の両長辺端面のエッジを面取形状にするようにしているため、バスケット組立後に形成された格子状セルに核燃料集合体を挿入するときにバスケットを傷つけることがなく、バスケット強度を維持することができるという効果を奏する。

【0063】また、この発明にかかるバスケット（請求項6）によれば、バスケットを形成する板状部材に断面がほぼ矩形の形状の貫通孔を少なくとも複数設けるようにしているため、一層、強度の高い板状部材によるバスケットを組み立てることができるという効果を奏する。

【0064】また、この発明にかかるバスケット（請求項7）によれば、バスケットを形成する板状部材の長辺端面上に部分的な凹部および凸部を形成し、バスケット組立後における板状部材当接面における全方向の位置ずれをなくするようにしているため、核燃料集合体を収容する角柱状のセル空間を確実に得ることができ、核燃料集合体挿入時におけるバスケットの破損を防止することができるという効果を奏する。

【0065】また、この発明にかかるバスケット（請求項8）によれば、バスケットを形成する板状部材を、A1またはA1合金粉末に中性子吸収性能をもつBまたはB化合物の粉末を添加したA1複合材またはA1合金に

よって構成するようにしているので、効果的な中性子吸収を行うことができるとともに、軽量のバスケットを実現することができるという効果を奏する。

【0066】また、この発明にかかるキャスク（請求項9）によれば、キャスクのバスケットを形成する板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせるとともに、隣接する板状部材の長辺端面間毎に伝熱板を渡し、核燃料集合体を収納する格子状セルを形成したバスケット構造としているので、バスケットを容易に形成することができるとともに、伝熱板を介してバスケットの内部の熱を外部に効率よく伝導することができるという効果を奏する。

【0067】また、この発明にかかるキャスク（請求項10）によれば、キャスクのバスケットを形成する板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、前記板状部材の両短辺端面を貫通する長手方向の貫通孔を有した当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせ、隣接する板状部材の長辺端面間毎に伝熱板を渡し、核燃料集合体を収納する格子状セルを形成したバスケット構造としているので、バスケットを容易に形成することができるとともに、伝熱板を介してバスケットの内部の熱を外部に効率よく伝導することができ、しかも貫通孔によって水の流路としてのバスケット強度を高くでき、かつ維持することができるという効果を奏する。

【0068】また、この発明にかかるキャスク（請求項11）によれば、キャスクのバスケットを形成する板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、該板状部材の一長辺端面の切り欠き部以外の部分に凸部を形成し、他長辺端面の切り欠き部以外の部分に前記凸部に対応して嵌合する凹部を形成し、前記板状部材の両短辺端面の中央部長手方向に凸部を設けるとともに、該両短辺端面を貫通する長手方向の貫通孔を有した当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせ、隣接する前記両短辺端面の凸部間に伝熱板を外嵌して核燃料集合体を収納する格子状セルを形成したバスケット構造としているので、バスケットを容易に形成することができ、また凹部および凸部の嵌合によってバスケット組立後における位置ずれをなくすことができるとともに、伝熱板を介してバスケットの内部の熱を外部に効率よく伝導することができ、しかも貫通孔によって水の流路としてのバスケット強度を高くでき、かつ維持することができるという効果を奏する。

【0069】また、この発明にかかるキャスク（請求項12）によれば、キャスクのバスケットを構成する板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせると共に前記バスケ

ットの少なくとも一部の外側部分が胴本体に対して面接触する切り欠き部をキャビティ内に設けたので、キャスクの熱伝導性が向上する。

【0070】また、この発明にかかるキャスク（請求項13）によれば、バスケットを構成する板状部材の両長辺端面に、互いに直交して係合する複数の切り欠き部を設け、当該板状部材を順次互いに直交して前記切り欠き部を係合して組み合わせるとともに、隣接する板状部材の長辺端面間毎に伝熱板を渡し、前記バスケットの少なくとも一部の外側部分が胴本体に対して面接触するような切り欠き部をキャビティ内に設けたので、キャスクの熱伝導性が向上する。

【0071】また、この発明にかかるキャスク（請求項14）によれば、外周に中性子遮蔽体を有し、且つツェ線の遮蔽を行う胴本体と、中性子吸収能を有する複数の板状部材により構成した格子状セル及び、前記板状部材の短辺端面に設ける伝熱板とで角断面形状のバスケットを形成し、前記胴本体のキャビティ内面を前記バスケットの外周形状に合わせた形状にし、前記キャビティ内に挿入したバスケットの各セル内に使用済み燃料集合体収容して貯蔵するようにしたので、伝熱板の作用によりキャスクの熱伝導性が向上する。

【0072】また、この発明にかかるキャスク（請求項15）によれば、上記キャスクのキャビティ内の一部を、前記バスケットの外形に合わせた形状にしたので、熱伝導性を向上できると共に、キャビティの加工が容易に行える。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明に適用されるキャスクの軸方向を示す断面図である。

【図2】図1に示したキャスクの径方向を示す断面図である。

【図3】板状部材の一例を示す構成図である。

【図4】板状部材の一例を示す構成図である。

【図5】この発明の実施の形態1におけるバスケットを示す部分組立斜視図である。

【図6】バスケット組立時における板状部材間の状態を示す断面図である。

【図7】板状部材と伝熱板との係合関係を示す図である。

【図8】この発明の実施の形態2におけるバスケットを示す部分組立斜視図である。

【図9】この発明の実施の形態3におけるバスケットを示す部分組立斜視図である。

【図10】従来におけるキャスクの一例を示す斜視図である。

【図11】図9に示したキャスクの構成を示す径方向断面図である。

【図12】従来におけるPWR用のキャスクの径方向断面図である。

【図 13】従来における PWR 用のキャスクに用いられる他のバスケットの部分組立斜視図である。

【図 14】従来における PWR 用のキャスクに用いられる他のバスケットの部分組立斜視図である。

【符号の説明】

- 1 キャスク
- 2 胴本体
- 3 キャビティ
- 4 底板
- 5 外筒
- 6 レジン
- 7 伝熱フィン
- 8 熱膨張しろ
- 9 蓋部

- 10 一次蓋
- 11 二次蓋
- 15 補助遮蔽体
- 16 キャスク本体
- 17 トラニオン
- 31 セル
- 32, 32a, 32b 伝熱板
- 33~36, 46, 54, 62, 64, 65 凸部
- 40, 50, 60c~60f 板状部材
- 41, 42, 51~53 貫通孔
- 43 連通孔
- 44 切り欠き部
- 45, 61, 63 凹部

---

フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

G 21 F 9/36

識別記号

501

F I

テームト (参考)